

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 12 月 27 日 (27.12.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/104080 A1

- (51) 国際特許分類: H05B 33/14, C09K 11/06
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/05891
- (22) 国際出願日: 2002 年 6 月 13 日 (13.06.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2001-181416 2001 年 6 月 15 日 (15.06.2001) JP
特願2002-143441 2002 年 5 月 17 日 (17.05.2002) JP
特願2002-143442 2002 年 5 月 17 日 (17.05.2002) JP
特願2002-143443 2002 年 5 月 17 日 (17.05.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): キヤノン株式会社 (CANON KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒146-8501 東京都 大田区 下丸子3丁目30番2号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 古郡 学 (FURUGORI, Manabu) [JP/JP]; 〒243-0004 神奈川県 厚木市 水引2丁目 6-29 キヤノン第一本厚木

寮 Kanagawa (JP). 岡田 伸二郎 (OKADA, Shinjiro) [JP/JP]; 〒259-1141 神奈川県 伊勢原市 上粕屋2639-3 Kanagawa (JP). 坪山 明 (TSUBOYAMA, Akira) [JP/JP]; 〒229-0011 神奈川県 相模原市 大野台6丁目5 グリーンスクエア大野台4-104 Kanagawa (JP). 滝口 隆雄 (TAKIGUCHI, Takao) [JP/JP]; 〒157-0064 東京都 世田谷区 給田1丁目10-2 Tokyo (JP). 三浦 聖志 (MIURA, Seishi) [JP/JP]; 〒229-0015 神奈川県 相模原市 下溝327-16 Kanagawa (JP). 森山 孝志 (MORIYAMA, Takashi) [JP/JP]; 〒215-0005 神奈川県 川崎市麻生区 千代ヶ丘4丁目2-31 アメニティパレスB棟202 Kanagawa (JP). 井川 悟史 (IGAWA, Satoshi) [JP/JP]; 〒251-0044 神奈川県 藤沢市 辻堂太平台2丁目3-24 Kanagawa (JP). 鎌谷 淳 (KAMATANI, Jun) [JP/JP]; 〒215-0011 神奈川県 川崎市麻生区 百合丘3丁目26-4 Kanagawa (JP). 岩脇 洋伸 (IWAWAKI, Hironobu) [JP/JP]; 〒243-0004 神奈川県 厚木市 水引2丁目6-29 キヤノン第一本厚木寮 Kanagawa (JP).

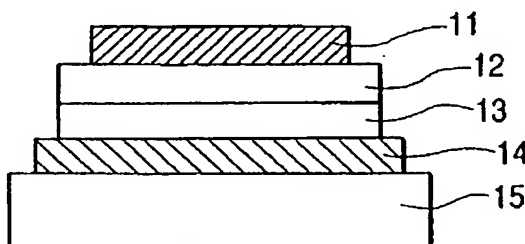
- (74) 代理人: 岡部 正夫, 外 (OKABE, Masao et al.); 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内3丁目2番3号 富士ビル602号室 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE DEVICE

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子



WO 02/104080 A1

(57) Abstract: A technique for improving the dispersability of the emitting material in the emitting layer so as to improve the emission efficiency and emission life of an organic electroluminescence device. The electroluminescence device comprises electrodes disposed on a substrate and composed of an anode and a cathode and an organic emitting layer disposed between the electrodes and is characterized in that the emitting layer contains an emitting material and a dopant for improving the dispersability of the emitting material. The dopant can be a combination of an emitting compound and a nonemitting compound or can be a current promoting material. Such a dopant is used together with the emitting material. When the combination of an emitting compound and a nonemitting compound is used, the emitting layer resultantly contains two emitting materials. In this case, the wavelengths of the lights emitted by the emitting materials are preferably nearly the same. When the emitting material and the dopant are put in one evaporation boat and evaporated, the evaporation temperature is low, the dispersability of the emitting material is improved. The characteristics are also improved. Consequently, the emission efficiency is high, and the emission life is long.

[続葉有]



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

有機エレクトロルミネッセンス素子の発光効率と発光寿命を改善するために、発光層中の発光材料の分散性を改善する手法を提供する。その構成は、基板上に配置された陽極および陰極からなる電極と、前記電極間に有機発光層を有する発光素子であって、前記発光層が発光材料とその分散性を改善するためのドーパントを含むことを特徴とする発光素子である。このドーパントとして、発光性化合物と非発光性化合物、あるいは電流促進材料を発光材料と共に用いる。前記発光性化合物の場合は、発光材料を複数用いることと同じであるが、この場合は発光波長が近似している方が良い。また発光材料とドーパントを1つの蒸着用ボートに入れて蒸着することにより、蒸着温度が低下し、発光材料の分散性が向上して、さらに特性の改善が得られた。このことによって、発光効率が高く、発光寿命の長い発光素子が得られる。

明 細 書

有機エレクトロルミネッセンス素子

5 技術分野

本発明は、有機化合物を用いた発光素子に関するものであり、さらに詳しくは複数の化合物を発光層内にドーピングすることによる、輝度・効率・駆動耐久性の高い発光素子、特に有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）に関するものである。

10

背景技術

有機EL素子は、高速応答性や高効率の発光素子として、応用研究が精力的に行われている。その基本的な構成を図1A、1Bおよび1Cに示した〔例えばMacromol. Symp. 125, 1~48 (1997) 参照〕。

15 図1A、1Bおよび1Cに示したように、一般に有機EL素子は透明基板15上に設けられた、透明電極14と、金属電極11と、それらの間に挟持された複数層の有機膜からなる有機層とで構成される。

図1Aでは、有機層が発光層12とホール輸送層13からなる。透明電極14としては、仕事関数が大きいたんが用いられ、透明電極14からホール輸送層13への良好なホール注入特性を持たせている。金属電極11として
20 は、アルミニウム、マグネシウムあるいはそれらを用いた合金などの仕事関数の小さな金属材料を用い、発光層12への良好な電子注入性を持たせる。これら電極には、50~200nmの膜厚が用いられる。

発光層12には、電子輸送性と発光特性を有するアルミキノリノール錯体など（代表例は、下記に示すAlq3）が用いられる。また、ホール輸送層13
25 には、例えばビフェニルジアミン誘導体（代表例は、下記に示すα-NPD）

など電子供与性を有する材料が用いられる。

以上の構成を有する素子は整流性を示し、金属電極 1 1 を陰極に透明電極 1 4 を陽極になるように電界を印加すると、金属電極 1 1 から電子が発光層 1 2 に注入され、透明電極 1 4 からはホールがホール輸送層 1 3 を介して発光層 1 2 に注入される。

注入されたホールと電子は発光層 1 2 内で再結合により励起子を生じ、このため発光がおこる。この時ホール輸送層 1 3 は電子のプロッキング層の役割を果たし、これにより発光層 1 2 / ホール輸送層 1 3 界面での再結合効率が上がり、発光効率が上がる。

10 さらに、図 1 B では、図 1 A の金属電極 1 1 と発光層 1 2 の間に、電子輸送層 1 6 が設けられている。これにより発光と電子・ホール輸送を分離して、より効果的なキャリアプロッキング構成にすることで、効率的な発光を行うことができる。電子輸送層 1 6 としては、例えば、オキサジアゾール誘導体などを用いることができる。

15 これまで、一般に有機 EL 素子に用いられている発光は、発光中心の分子の一重項励起子から基底状態になるときの蛍光が取り出されている。一方、一重項励起子を経由した蛍光発光を利用するのではなく、三重項励起子を経由した燐光発光を利用する素子の検討がなされている。発表されている代表的な文献は、
文献 1 : Improved Energy Transfer In Electrophosphorescent Device

20 (D. F. O' Brien ら、Applied Physics Letters Vol. 74, No. 3, p. 422 (1999))、

文献 2 : Very High-efficiency Green Organic Light-emitting Devices Based On Electrophosphorescence (M. A. Baldo ら、Applied Physics Letters Vol. 75, No. 1, p. 4 (1999))である。

25 これらの文献では、図 1 C に示す 4 層構成の有機層が主に用いられている。それは、陽極側からホール輸送層 1 3、発光層 1 2、励起子拡散防止層 1 7、

電子輸送層 16 からなる。用いられている材料は、下記に示すキャリア輸送材料と燐光発光性材料である。各材料の略称は以下の通りである。

A1q3 : アルミ-キノリノール錯体

α -NPD : N4, N4'-ジナフタレン-1-イル-N4, N4'-ジフェ

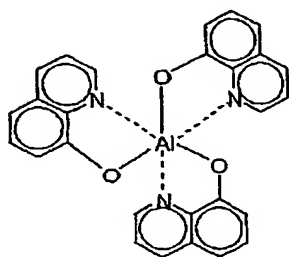
5 ニル-ビフェニル-4, 4'-ジアミン

CBP : 4, 4'-N, N'-ジカルバゾール-ビフェニル

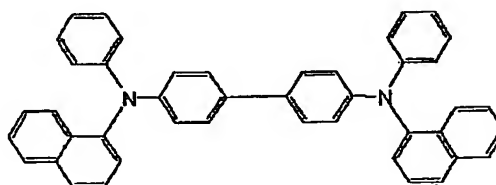
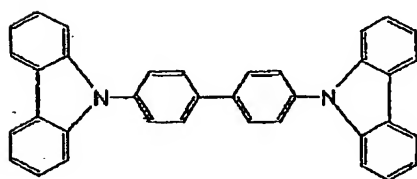
BCP : 2, 9-ジメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン

PtOEP : 白金-オクタエチルポルフィリン錯体

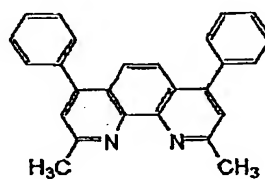
10 Ir(ppy)₃ : イリジウム-フェニルピリジン錯体



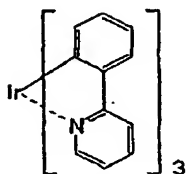
Alq3

 α -NPD

CBP



BCP

Ir(ppy)₃

さらに、Forrest. et al., Nature, 403, p 750 には積層構造の EL 素子に於いて発光層のホスト材料として CBP を用い、Ir (ppy)₃ の緑発光材料層から DCM (ジシアノメチレン) の赤色発光層に三重項と一重項間のエネルギー転移をさせる方式が示されている。

- 5 これらと本発明との差異は、共存する発光材料の発光波長が離れている点、また形成方法が混合物を真空蒸着していない点などであり、詳細は実施例等で詳述する。

上記、燐光発光を用いた有機 EL 素子では、低電圧で電子・正孔のバランスを保ちながら、低い電圧でより多くのキャリアを発光層に注入することが高輝
10 度化・高効率化に重要な課題である。

しかし、上記燐光材料の中には電荷注入性および電荷輸送性が低く、低電圧で多くの電流を流すことが困難なものもあった。

- また、一般に多くの有機材料は蒸発時に複数分子の集合体(クラスター)を形成することが知られており、このようなクラスターを形成している発光層は、
15 局所的に発光材料の濃度が高くなり、これが素子の発光効率を下げる原因となると考えられている。

さらに、有機材料はたとえば、発光層中で同種分子同士の結晶化等により特性の劣化が起こることが問題となっていた。

- 以上の背景により、高い発光輝度が得られ、また長寿命である発光素子を実
20 現することが望まれている。

発明の開示

- 本発明は上記背景技術を改良することを目的にして、有機発光材料を用いた有機 EL 素子において、低電圧駆動を可能にし、高輝度化・高効率化・高耐久
25 性を可能にする発光素子を提供することを目的とする。

本発明は、基板上に配置された陽極および陰極からなる電極と、前記電極間

に有機発光層を有する発光素子であって、前記発光層が発光材料とその分散性を改善するためのドーパントを含むことを特徴とする発光素子である。

また本発明は、前記ドーパントが発光性化合物で構成され、かつ前記発光材料の発光波長スペクトルと前記発光性化合物の発光波長スペクトルが主要な
5 部分で重なりを有することを特徴とする発光素子である。

前記発光材料および発光性化合物の発光波長と量子収率の関係が、発光波長の短い方の量子収率が発光波長の長い方の量子収率より大きいことが好ましい。

前記発光材料および発光性化合物の少なくとも1種が、金属錯体および/
10 たは有機化合物であり、各々のHOMO準位が異なることが好ましい。

これらの発光材料と発光性化合物の発光スペクトルのピーク波長の差が30 nm以下であることが好ましい。

前記発光材料と発光性化合物は、同一の配位子骨格を有し配位子骨格の置換基がそれぞれ異なる複数の金属錯体で構成されることが好ましく、金属錯体の
15 中心金属はイリジウムであることが好ましい。

また本発明は、発光材料と発光性化合物を混合して1つの加熱容器に入れて、真空蒸着することを特徴とする製造方法である。

また本発明は、前記ドーパントが非発光性化合物からなることを特徴とする発光素子である。

20 前記非発光性化合物が前記発光材料より低沸点の化合物であることが好ましい。

前記非発光性化合物のバンドギャップが前記発光材料のバンドギャップよりも大きいことが好ましい。

有機発光層中の発光材料と前記非発光性化合物の割合を、有機発光層内の場所により変化させることが好ましい。発光材料が燐光発光材料であることが発
25 光効率の上で好ましい。

さらに本発明は、前記有機発光層が発光材料と電流促進材料を含むことを特徴とする発光素子である。

前記電流促進材料が発光性材料であり、その量子収率が前記発光材料よりも低いことが好ましく、また発光スペクトルのピーク波長の差が30nm以下であることが好ましい。

前記電流促進材料のバンドギャップが、前記発光材料のバンドギャップよりも大きいことが好ましい。

図面の簡単な説明

10 図1A、1Bおよび1Cは、本発明の発光素子の一例を示す概念図である。図1Aは有機層が2層の素子構成、図1Bは有機層が3層の素子構成、図1Cは有機層が4層の素子構成を示す。

図2は、本発明に用いた発光材料と発光性化合物の発光スペクトル図を示す。この場合Ir錯体CとIr錯体Dのスペクトルを示す。横軸が発光波長であり、
15 縦軸は発光ピークで規格化した値である。発光スペクトルの主要な領域が重なり合っていることが判る。

図3は、比較例の発光スペクトルを示す図である。発光スペクトルの重なり合いが少なく、ピーク波長も離れている様子が判る。

20 発明の実施の形態

本発明の発光素子は、陽極および陰極と、陽極および陰極間に挟持された有機発光層を有する発光素子である。有機発光層の層構成は特に限定されず、図1A、1Bおよび1Cに示す様な構成が挙げられる。

本発明の発光素子は、有機発光層が発光材料と発光材料の分散性を改善するためのドーパント、特に発光性化合物、あるいは非発光性化合物、または電流促進材料を含むことを特徴とする。上記ドーパントの役割としては、
25

- (1) キャリアの注入やキャリアの移動がおこりにくい発光層、例えば、燐光発光材料を用いた発光層を用いた素子においても、素子電流を増加させることにより、駆動電圧の低下や発光の高効率化を図る、
- (2) 発光層中での結晶化反応を抑制することにより長寿命化を図る、
- 5 (3) 発光材料と共に蒸着することで蒸着温度を下げる、
- (4) 発光層中の発光部位を変化させることにより輝度の増加等を図る、
- といった改善効果をもたらすことが挙げられる。

本発明の発光素子は、有機発光層以外の構成が同様の発光素子と比較したとき、有機発光層が単一の発光材料のみでなく、発光材料および発光性化合物からなる混合発光層を持つことから、同等の電圧を印加した際により多くの電流が流れる、もしくはより大きな発光輝度を得られる、また連続駆動した際に長時間の耐久性を持つ、といった特徴がある。

10

ドープメントとしては、それが発光性化合物である場合、その発光量子収率が主たる発光材料よりも低いものを用いるのが良い。これにより、主たる発光材料が発光輝度の大部分を与え、ドープメントである発光性化合物からの発光輝度を小さくすることができる。

15

ドープメントの第二の機能としては、発光層中の発光材料の存在を安定化させる機能がある。このとき発光性化合物は発光材料と異なる分子構造をもち、基底状態での結晶化もしくは二量体化反応、励起状態での会合体形成を阻害する化合物であることが望ましい。例えば金属錯体の構造について言えば、基本骨格は変わらないで、異なる置換基を持つ化合物など、発光材料と発光特性は似通っていて、かつ分子構造が異なる化合物が望ましい。

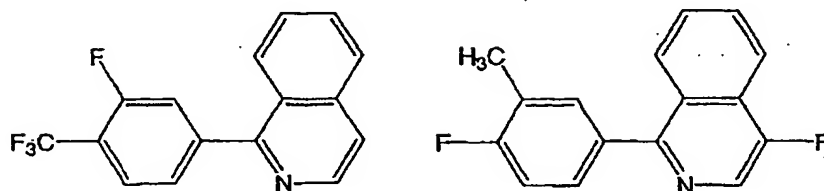
20

ドープメントの第三の機能としては、蒸着時の分子流の制御機能がある。蒸発温度の異なる複数の材料を混合して加熱蒸着することにより、発光材料が蒸着時に、微結晶のようなクラスターを形成するのを抑制することができる。たとえば、フッ素化された有機化合物を発光材料と同時に蒸着するとこの効果が期

25

待できる。

たとえばフッ素化されたイリジウム錯体の配位子としては次のような化合物が考えられる。



5

ドープメントとして発光性化合物を用いた場合には、なるべく単一の発光色を得ることが重要である。特に発光材料の発光波長スペクトルと主要な部分が重なり合うこと、あるいは発光スペクトルのピーク波長の差が30 nm以下であることが好ましい。

- 10 例えば発光材料が赤発光の場合、発光材料と発光性化合物との発光強度比を10 : 1とすると、シミュレーションの結果から発光スペクトルのピーク波長の差が30 nm以下ならば、CIE座標が大きく変化しないことが確かめられている。よって、色純度の高い発光を得るという観点からは発光材料と発光性化合物の発光スペクトルのピーク波長の差が30 nm以下であることが好ましい。
- 15

こうすれば発光材料および発光性化合物の双方が発光した場合でも、色純度の変化が少ない素子が作製できる。また、発光性化合物から発光材料にエネルギー転移が起こるような場合、エネルギー差が少ないためエネルギー転移が起こりやすいという利点がある。

- 20 また、発光性化合物のバンドギャップを、発光材料のバンドギャップよりも大きくすることにより、正孔と電子が発光性化合物よりも発光材料上で再結合を起こしやすくなり、主として発光材料からの発光を得ることができる。

本発明においては、発光材料と発光性化合物の割合を、有機発光層内の場所

により変化させれば、発光層内の電子および正孔の分布をコントロールすることができ、発光層内の電子-正孔の再結合位置を調整することが容易になる。これにより、発光色のよい、高効率の素子を作製することができる。

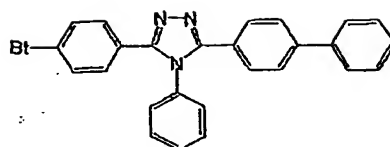
なお本発明における非発光性化合物とは、上記発光性化合物に比べて発光性が著しく劣るもので、単独では EL 発光せず、EL 素子の発光に寄与しないものをいう。

ここで発光層の組成について述べると、一般には電気伝導性を有するホスト材料中に発光材料を分散させて用いるが、発光材料のみでも構成可能である。そして、本発明では、これにさらにドーパントを加えることが特徴である。ホスト材料としては、例えば CBP、TAZ 等があり、本発明で用いる発光性化合物としては、例えば化合物 A、CBP、Ir 錯体 A 等が挙げられる。

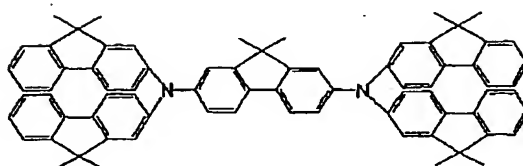
発光材料としては、例えば Ir 錯体 B、Ir(ppy)₃、Ir 錯体 C 等を用いることができる。

前記に示したもの以外の構造は、以下の通りである。

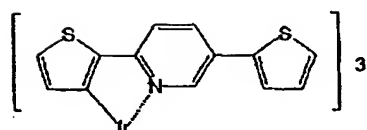
10



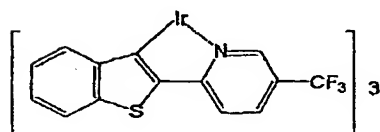
TAZ



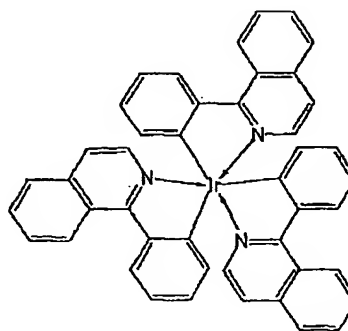
化合物A



Ir錯体A



Ir錯体B



Ir錯体C

実施例

- 5 実施例 1、実施例 2 に用いた素子作製工程の共通部分を説明する。
- 本実施例では、素子構成として、図 1 C に示す有機層が 4 層の素子を使用した。ガラス基板（透明基板 1 5）上に厚み 100 nm の ITO（透明電極 1 4）をパターニングした。その ITO 基板上に、以下の有機層と電極層を 10^{-4} Pa の真空チャンバー内で抵抗加熱により真空蒸着し、連続製膜した。
- 10 ホール輸送層 1 3（40 nm）： α -NPD
- 発光層 1 2（40 nm）：ホスト材料 + 発光材料 + 発光性化合物

励起子拡散防止層 17 (10 nm) : BCP

電子輸送層 16 (30 nm) : Alq3

金属電極層 1 (15 nm) : AlLi合金 (Li含有量 1.8重量%)

金属電極層 2 (100 nm) : Al

- 5 対向する電極面積が 3 mm^2 になるようにパターンニングした。

実施例 1

- 発光層のホストとしてCBPを用い、発光材料としてIr錯体Cを7重量%の濃度で、さらに発光性化合物としてIr錯体Aを3重量%となるように発光層にドーピングして素子を作製した。ここで用いたIr錯体Aは、素子に流れる電流を増大させる機能があり、電流促進材料としての働きも兼ね備えている。

(比較例 11)

発光性化合物のIr錯体Aをドーピングしない以外は、実施例1と同様にして、素子を作製した。

- 15 これらの素子に10Vの直流電圧を印加して、そのときの電流および輝度を測定した結果を表1に示す。

表 1

	電流 (mA/cm^2)	輝度 (cd/m^2)
実施例 1	80.2	806
比較例 11	11.8	426

- 20 発光性化合物として、Ir錯体Aを加えた実施例1は、電流・輝度共に上昇した。また素子電流が大幅に増加していることから、Ir錯体Aの電流促進効果も確認できた。

発光スペクトルはIr錯体Cの発光の他にIr錯体Aからの発光も現れた。

I r 錯体Cは620 nmがピークの発光スペクトルを持ち、I r 錯体Aは610 nmをピークとする発光スペクトルである。発光スペクトルのピークの差が30 nm以下であるため、CIE座標では大きな変化はなかった。

錯体Aの量子収率は0.3であるのに対して、I r 錯体Cの量子収率は0.66である。ここで、量子収率は次のように決定した。

$$\Phi(\text{sample}) / \Phi(\text{st})$$

$$= [\text{Sem}(\text{sample}) / \text{labs}(\text{sample})] / [\text{Sem}(\text{st}) / \text{labs}(\text{st})]$$

$\Phi(\text{sample})$: 測定試料の量子収率

$\Phi(\text{st})$: 標準物質の量子収率

10 $\text{labs}(\text{st})$: 標準物質の励起する波長での吸収係数

$\text{Sem}(\text{st})$: 同じ波長で励起した時の標準物質の発光スペクトル面積強度

$\text{labs}(\text{sample})$: 測定試料の励起する波長での吸収係数

$\text{Sem}(\text{sample})$: 同じ波長で励起した時の測定試料の発光スペクトル面積強度

15 ここで言う量子収率 Φ はI r 錯体G（後述）の Φ を標準の1とした相対値で示している。 labs はUV分光光度計（島津製作所 UV3100）、 Sem は蛍光スペクトルメーター（日立製作所 F4500）によって測定した。

実施例2

20 発光層のホストとしてCBPを用い、発光層40 nmのうちホール輸送層側の厚み10 nmの領域に発光材料としてI r 錯体Cを7重量%の濃度で、また発光性化合物としてI r 錯体Aを3重量%で発光層にドーピングした。残りの30

nmにはIr錯体Cのみを7重量%の濃度で共蒸着して素子を作製した。ここで用いたIr錯体Aは、素子に流れる電流を増大させる機能があり、電流促進材料としての働きも兼ね備えている。

この素子と、比較例11の素子に10Vの直流電圧を印加して、そのときの
5 電流および輝度を比較した結果を表2に示す。

表2

	電流 (mA/cm ²)	輝度 (cd/m ²)
実施例2	23.5	621
比較例11	11.8	426

表2から比較例11に比べて、実施例2の素子は電流・輝度が共に上昇し、
10 発光層の1部に発光性化合物をドーピングした場合でも電流・輝度の増加作用があることが確認された。ここでIr錯体AとIr錯体Cの量子収率およびバンドギャップを次表に示す。Ir錯体Aの方がバンドギャップが大きく量子収率は小さい。

15 表3

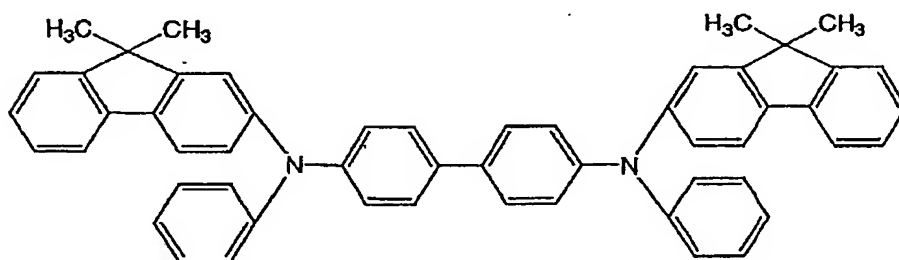
	量子収率	バンドギャップ
Ir錯体A	0.3	2.02 eV
Ir錯体B	0.66	2 eV

実施例1と実施例2を比較すると、実施例2の発光スペクトルは実施例1に比べて、Ir錯体Aからの発光が弱くなり、Ir錯体Cからの発光の比率が高くなった。これは電流促進効果によって、正孔の注入が容易になり、電子-正
20 孔の再結合および発光がIr錯体Cで主に起こるようになったためである。

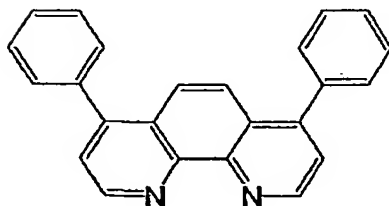
実施例 3

- 本実施例では、素子構成として、図 1 C に示す有機層が 4 層の素子を使用した。ガラス基板（透明基板 1 5）上に厚さ 1 0 0 nm の I T O（透明電極 1 4）を成膜してパターニングした。その I T O 基板上に、以下の有機層と電極層を
- 5 10^{-4} Pa の真空チャンバー内で抵抗加熱による真空蒸着し、連続製膜した。

ホール輸送層 1 3（4 0 nm）：FL03（次構造式）



- 10 発光層 1 2（4 0 nm）：ホスト材料＋発光材料 1＋発光材料 2
電子輸送層 1 7（5 0 nm）Bphen（次構造式）



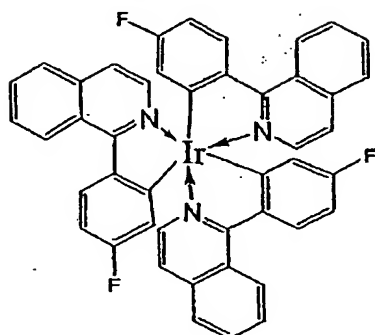
電子注入層 1 6（1 nm）：KF

- 15 金属電極層（1 0 0 nm）：A l

対向する電極面積が 3 mm^2 になるようにパターニングした。

発光層 1 2 の形成においては、発光材料 1 として I r 錯体 C、発光材料 2 として I r 錯体 D を用いた。

(Ir 錯体D)



Ir 錯体CおよびIr 錯体Dを等量秤量し、メノウ乳鉢で結晶形を小さくしな
5 がら攪拌、混合して混合物粉体を作成した。

この混合物粉体を蒸着用ボートに投入し、ホスト材料としてCBPと共蒸着
を行った。上記のIr 錯体CとIr 錯体Dの混合物が重量比7%になるような
条件でホスト材料と共蒸着した。

このようにして作った素子の特性を下記に示す。

10 (比較例31)

発光材料として発光材料1のIr 錯体Cのみを用いた。

(比較例32)

発光材料として発光材料2のIr 錯体Dのみを用いた。

このような素子の評価結果を次表に示す。

表 4

	発光材料	輝度 100 cd/m ² 時の特性			初期 1000 cd/m ² での輝度半減時間 (hour)
		電圧 (V)	電流効率 (cd/A)	電力効率 (lm/W)	
実施例 3	I r 錯体 C + I r 錯体 D	5.7	13.5	7.6	52
比較例 3 1	I r 錯体 C	5	7.6	4.8	50
比較例 3 2	I r 錯体 D	7.5	6.8	2.9	5.4

本実施例の素子では 100 cd/m² の輝度で発光するための駆動電圧は 5.7 V であって、比較例 3 1 の 5 V と比べてやや高いものの、比較例 3 2 の 7.5 V に比べて大幅に低電圧化されている。

さらに電流効率 (単位は cd/A) においても 13.5 cd/A と比較例 3 1 の 7.6 cd/A、比較例 3 2 の 6.8 cd/A に比べて大幅に上昇している。

これは電力効率においても同様であり、比較例 3 1 の 4.8 lm/W、比較例 3 2 の 2.9 lm/W に比べて、本実施例は 7.6 lm/W と非常に高効率な素子を作成することに成功している。

さらに、その素子の初期輝度 1000 cd/m² からの連続駆動における輝度半減時間を調べたところ、比較例 3 1 の 50 時間、比較例 3 2 の 5.4 時間に比べて 52 時間と大幅に改善することに成功している。輝度半減時間は比較例 3 2 の 10 倍の改善があり本発明の効果が特に大きいと考えられる。

本実施例の I r 錯体 C の量子収率は 0.66 であるのに対して、I r 錯体 D の量子収率は 0.92 である。発光波長ピークは I r 錯体 C のは 620 nm であるのに対して、I r 錯体 D は 595 nm である。

しかしながら、発光波長が I r 錯体 D と同じく 595 nm であるが、量子収

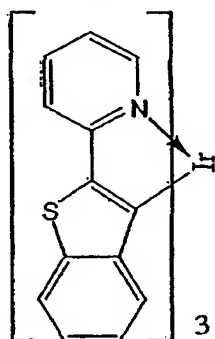
率が0.29と低いIr錯体Iを用いた場合には、300cd/m²の輝度での発光効率、半減寿命ともIr錯体Dを用いた物に比べて劣る。よって発光波長の短い発光材料の量子収率が、発光波長の長い発光材料の量子収率より大きいことがより望ましいことが分かった。

5

表5

発光材料	効率(300cd/m ²) cd/A	半減寿命 (時間)
Ir錯体C+Ir錯体D	11.1	93
Ir錯体C + Ir錯体I	8.3	18.2

(Ir錯体I)



- 10 本実施例に用いたイリジウム錯体の最高被占軌道（以下HOMOと略す）準位および最低空軌道（以下LUMOと略す）準位を調べると次表の様になっている。

表6

	Ir錯体c	Ir錯体d
HOMO(eV)	-5.13	-5.32
LUMO(eV)	-2.47	-2.6

- 15 イリジウム錯体CはHOMO準位、LUMO準位共にイリジウム錯体Dのそれより高くなっている。

ここでの電子準位の測定はサイクリックボルタンメトリ法による酸化還元電位の測定(測定機器名 Electrochemical Interfase S I 1287 ; Solartron 社製)と光吸収によるバンドギャップ測定データを基に、別途測定した I r 錯体 C の HOMO 測定(測定器名 AC-1 理研機器製)による結果との照合換算によって決定した。

次に本実施例に用いた I r 錯体 C および I r 錯体 D のホトルミネッセンス(トルエン希薄溶液中での光励起発光スペクトル)を図 2 に示すが、これら二つの化合物の発光スペクトルは非常に近接しており、発光波長スペクトルの主要な部分は重なりあっている。このように非常に近接した発光波長を持つ発光材料を用いることで、色ずれが目立たない。

本発明に用いた I r 錯体 C および I r 錯体 D の真空中での蒸発温度は、それぞれ、267 度、234 度であり、一般にフッ素原子のついたイリジウム錯体の方が蒸発温度が低い。本発明のひとつの特徴は、蒸発温度の異なる発光材料を混合して同一るつば上で蒸発させることにより、蒸発時の分子流の制御(例えばクラスターサイズの制御)ができると考えられる。

さらに、本実施例の蒸着に必要な加熱容器に流す電流量を調べると、混合物の方が電流量が低く、蒸着時の熱による衝撃が少なくなっていることが分かる。この結果を次表に示した。

表 7

発光材量	効率 cd/A	ポート電流 アンペア
I r 錯体 c	6.5	56.1
I r 錯体 c + I r 錯体 d	12.8	53.7

(比較例 3 3)

I r 錯体 C および I r 錯体 D を異なるポートから加熱した場合との比較を次表に示した。

表 8

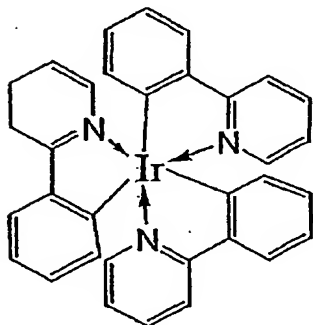
	発光材料の蒸着 方法	輝度 100 cd/m ² 時の特性		
		電圧 (v)	電流効 率 (cd/A)	電力効率 (lm/W)
実施例 3	同一ポート	5.7	13.5	7.6
比較例 3 3	別ポート	5.5	9.6	5.8
比較例 3 1	I r 錯体 C のみ	5	7.6	4.8

I r 錯体 C のみを蒸着した場合と比べ、I r 錯体 D との混合発光層を別ポート上から蒸着した場合でも、電流効率、電力効率は改善している。一方本実施
5 例 3 の場合、2 種の錯体を同一ポートで混合し蒸着した場合には、比較例 3 1、
3 3 に比べてさらに電流効率、電力効率が改善されている。これは、蒸着時の
温度が混合物を用いることで低下し、蒸着温度が低下して膜質が改善したため
と考えている。

(比較例 3 4)

10 次の比較例として I r 錯体 G (次構造式) と I r 錯体 C を混合した上で蒸着
して素子を作った。

(I r 錯体 G)



I r 錯体 G は 5 1 4 nm の発光ピークを持つが、I r 錯体 C は 6 2 0 nm に発光ピークを持つことから、図 3 に示すように発光スペクトルの重なりは少ない。本比較例の場合、電流効率、電力効率ともに本実施例よりも低いことが分かる。このことから、発光材料それぞれの発光波長の重なり部分が非重なり部分より

5 大きいことにより素子特性を向上させることができることが分かった。

表 9

	発光材料	輝度 1 0 0 cd/m ² 時の特性		
		電圧 (v)	電流効率 (cd/A)	電力効率 (lm/W)
比較例 3 4	I r 錯体 C + I r 錯体 G	6.3	10.5	5.4
実施例 3	I r 錯体 C + I r 錯体 D	5.7	13.5	7.6

実施例 4

本実施例では、素子構成として、図 1 C に示す有機層が 4 層の素子を使用し

10 た。ガラス基板（透明基板 1 5）上に厚さ 1 0 0 nm の I T O（透明電極 1 4）をパターンニングした。

その I T O 基板上に、以下の有機層と電極層を 1 0⁻⁴ P a の真空チャンバー内で抵抗加熱による真空蒸着し、連続製膜した。発光層には、複数の発光材料を用いた。

15 ホール輸送層 1 3（4 0 nm）：FL03

発光層 1 2（4 0 nm）：ホスト材料 + 発光材料 1 + 発光材料 2 +

発光材料 3 + 発光材料 4

電子輸送層 1 7（5 0 nm） Bphen

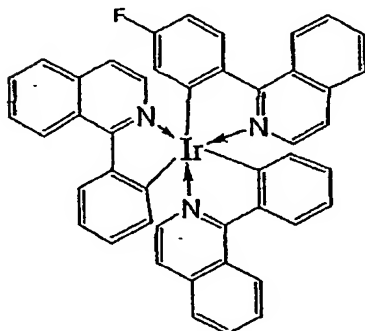
電子輸注入層 1 6（1 nm）：KF

20 金属電極層（1 0 0 nm）：A l

対向する電極面積が 3 mm^2 になるようにパターンニングした。

本実施例においては、発光材料 1 として Ir 錯体 C、発光材料 2 として Ir 錯体 D を用いた。発光材料 3 として Ir 錯体 E (次構造式) を用いた。

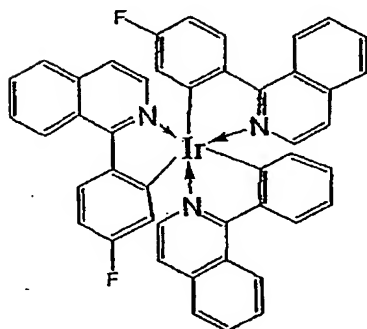
(Ir 錯体 E)



5

発光材料 4 として Ir 錯体 F (次構造式) を用いた。

(Ir 錯体 F)



10

Ir 錯体 C および Ir 錯体 D、Ir 錯体 E、Ir 錯体 F を 3:1:2.5:3.5 の割合で混合して混合物粉体を作成した。この混合物粉体を蒸着用ボートに投入してホスト材料として CBP と共蒸着を行った。ホスト材料に対して上記の Ir 錯体の混合物を重量比 7 % になるように成膜した。このようにして作った素

15 子の特性を次に示す。

これらの評価結果を表 10 に示す。

表 1 0

	発光材料	輝度 1 0 0 cd/m ² 時の特性			初期 1 0 0 0 cd/m ² での輝 度半減時間 (hour)
		電圧 (v)	電流効率 (cd/A)	電力効率 (lm/W)	
実施例 4	I r 錯体 C, D, E, F	4.2	11.7	8	116
比較例 3 1	I r 錯体 C	5	7.6	4.8	50
比較例 3 2	I r 錯体 D	7.5	6.8	2.9	5.4

本実施例の素子では 1 0 0 c d / m ² の発光輝度を出す駆動電圧は 4 . 2 V であり、比較例 3 1 の 5 V 、比較例 3 2 の 7 . 5 V に比べて大幅に改善されている。さらに電流効率（単位は c d / A ）においても 1 1 . 7 c d / A と比較例 3 1 の 7 . 6 c d / A 、比較例 3 2 の 6 . 8 c d / A に比べて大幅に上昇しており、これは電力効率においても同様であって、高効率な素子を作成することに成功している。

さらに、その素子の初期輝度 1 0 0 0 c d / m ² からの連続駆動における輝度半減時間を調べた。比較例 3 1 の 5 0 時間、比較例 3 2 の 5 . 4 時間に比べて、1 1 6 時間と大幅に改善することに成功している。輝度半減時間は比較例の 2 倍から 2 0 倍以上の改善があり本発明の効果が特に大きいと考えられる。

さらに、本実施例の蒸着ボートに流す電流量を調べると、混合物の方が電流量が低く、発光層の成膜時の温度が低く、熱ダメージが少なくなっていることが分かる。

この結果を次表に示した。

表 1 1

発光材量	ポート電 流 アンペア
Ir錯体C	56.1
Ir錯体C,D,E,F	55.7

実施例 5

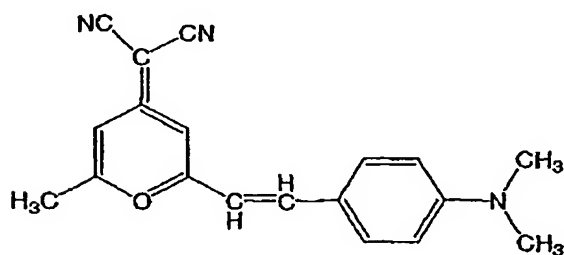
- 5 本実施例では、素子構成として、図 1 B に示す有機層が 3 層の素子を使用した。ガラス基板（透明基板 1 5）上に厚み 1 0 0 nm の I T O（透明電極 1 4）をパターンニングした。

その I T O 基板上に、以下の有機層と電極層を 10^{-4} Pa の真空チャンバー内で抵抗加熱による真空蒸着し、連続製膜する。

- 10 ホール輸送層 1 3（4 0 nm）：FL03
 発光層 1 2（4 0 nm）：ホスト材料 + 発光材料 1 + 発光材料 2
 電子輸送層 1 7（5 0 nm）Bphen
 金属電極層（1 0 0 nm）：A 1

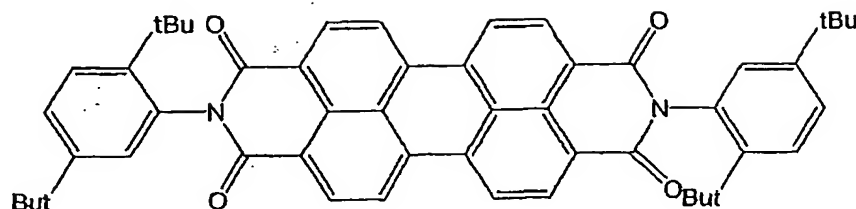
対向する電極面積が 3 mm^2 になるようにパターンニングした。

- 15 本実施例においては、発光材料 1 として化合物 C（略称 D C M）を用いる。
 （化合物 C）



発光材料 1 の他の例としては次の構造式の化合物 D でもよい。

(化合物D)



発光材料 2 としては前記 Ir 錯体 C を用いる。

- 5 化合物 C および Ir 錯体 C を等量秤量し、メノウ乳鉢で結晶形を小さくしながら攪拌、混合して混合物粉体を作成する。この混合物粉体を蒸着用ボートに投入してホスト材料として CBP と共蒸着を行う。

上記の化合物 C および Ir 錯体 C の混合物は重量比 7 % になるようにホスト材料と共蒸着する。

10

実施例 6

本実施例では、素子構成として、図 1 B に示す有機層が 3 層の素子を使用した。ガラス基板 (透明基板 15) 上に 100 nm の ITO (透明電極 14) をパターニングした。その ITO 基板上に、以下の有機層と電極層を 10^{-4} Pa

- 15 の真空チャンバー内で抵抗加熱による真空蒸着し、連続製膜した。

ホール輸送層 13 (40 nm) : FL03

発光層 12 (40 nm) : ホスト材料 + 発光材料 1 + 発光材料 2

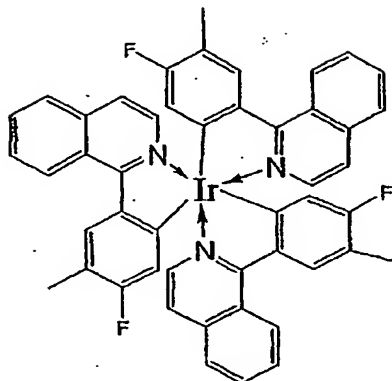
電子輸送層 17 (50 nm) Bphen 電子輸注入層 16 (1 nm) : KF

金属電極層 (100 nm) : Al

- 20 対向する電極面積が 3 mm^2 になるようにパターニングした。

本実施例においては、発光材料 1 として Ir 錯体 C、発光材料 2 として Ir 錯体 H (次構造式) を用いた。

(Ir 錯体H)



I r 錯体CおよびI r 錯体Hを等量秤量し、メノウ乳鉢で結晶形を小さくしながら攪拌、混合して混合物粉体を作成した。この混合物粉体を蒸着用ボート
5 に投入してホスト材料としてCBPと共蒸着を行った。

上記のI r 錯体の混合物は重量比7%となるように、ホスト材料と共蒸着し成膜した。

(比較例6 1)

発光材料としてI r 錯体Cのみを用いて重量比7%となるように、ホスト材
10 料と共蒸着し成膜した。

(比較例6 2)

発光材料としてI r 錯体Hのみを重量比7%となるように、ホスト材料と共蒸着し成膜した。

このような素子の評価結果を次表に示す。

表 1 2

	発光材料	輝度 1 0 0 cd/m ² 時の特性			初期 1 0 0 0 cd/m ² での輝度半減時間 (hour)
		電圧 (v)	電流効率 (cd/A)	電力効率 (lm/W)	
実施例 6	I r 錯体 C + I r 錯体 H	5.7	10.5	5.9	80
比較例 6 1	I r 錯体 C	5	7.6	4.8	50
比較例 6 2	I r 錯体 H	5.8	16.2	8.8	1.5

本実施例の素子では 1 0 0 c d / m² の発光輝度を出す駆動電圧は 5.7 V であった。比較例 6 1 の 5 V と比べてやや高いものの、比較例 6 2 の 5.8 V に比べて大幅に低電圧化されており、さらに電流効率においても 1 0.5 c d / A と比較例 6 1 の 7.6 c d / A、に比べて大幅に改善されている。これは電力効率においても同様であり、比較例 6 1 の 4.8 l m / W、に比べて本実施例は 5.9 l m / W と非常に高効率な素子を作成することに成功している。

さらに、その素子の初期輝度 1 0 0 0 c d / m² からの連続駆動における輝度半減時間も、比較例 6 1 の 5 0 時間、比較例 6 2 の 1.5 時間に比べて 8 0 時間と大幅に改善することに成功している。

本実施例は電流効率、電圧効率では比較例 6 2 に劣っているが、比較例 6 2 の発光色が赤方向に改善されている。比較例 6 2 の CIE 座標は (0.65, 0.35) なのに対して本実施例では (0.68, 0.33) であった。比較例 6 1 の発光は (0.68, 0.33) と本実施例とほぼ同じであった。また輝度半減時間は比較例 6 2 の 1 0 倍以上の改善があり本発明の効果が特に大きいと考えられる。

本実施例に用いたイリジウム錯体の HOMO 準位および LUMO 準位を調べると次表のようになっており、I r 錯体 C の HOMO 準位は - 5.13 e V で

あり、Ir錯体HのHOMO準位 -5.19 eV より高い。

一方、イリジウム錯体CのLUMO準位も -2.47 eV とIr錯体HのLUMO準位 -2.6 eV よりより高くなっている。

本発明に用いたIr錯体CおよびIr錯体Hの真空中での蒸発温度はそれぞれ、
5 267度、230度であり、フッ素原子のついたイリジウム錯体の方が蒸発温度が低い。本発明の特徴の1つは、蒸発温度の異なる発光材料を混合して同一るつぼ上で蒸発させることにより、蒸着温度を低下でき、また蒸発時にクラスターサイズをより細かくすることができると考えられる。

さらに、本実施例の蒸着ボートに流す電流量を調べると、混合物の方が電流
10 量が低く素子作成時の熱による劣化が少なくなっていることが分かる。

この結果を次表に示した。

表 1 3

発光材量	効率 cd/A	ボート電流 アンペア
Ir錯体c	6.5	56.1
Ir錯体c+Ir錯体h	10	52.6

15 実施例 7

本実施例では、素子構成として、実施例 1 に記載の条件で、図 1 C に示す有機層が 4 層の素子を使用した。

CBP を発光層のホストとして用い、発光材料として Ir 錯体 B を 7 重量の濃度で、また非発光性化合物として化合物 A を 3 重量% を発光層にドーブして
20 素子を作製した。ただしここで用いた化合物 A は素子を通れる電流を増大する働きをもち、電流促進材料としての働きを兼ね備えている。

(比較例 7 1)

化合物 A をドーブしない以外は、実施例 1 と同様にして、素子を作製した。

これらの素子に 10 V の直流電圧を印加して、そのときの電流および輝度を

測定した結果を次表に示す。

表 1 4

	電流 (mA/cm ²)	輝度 (cd/m ²)
実施例 7	50.1	386
比較例 71	36.3	312

表 1 4 から、比較例 7 1 に比べて、実施例 7 の素子は電流・輝度が共に上昇し、非発光性化合物の添加効果、および電流促進材としての効果が確認された。

- 5 また、実施例 7 と比較例 7 1 の発光スペクトルはほぼ同じで、I r 錯体 B からの発光のみが観測された。

実施例 8

- 10 発光層のホストとして T A Z を用い、非発光性化合物として C B P を 1 0 重量%、発光材料として I r 錯体 B を 7 重量%の濃度で発光層にドーブして、素子を作製した。ただしここで用いた C B P は素子を流れる電流を増大する働きをもち、電流促進材料としての働きを兼ね備えている。

(比較例 8 1)

C B P をドーブしない以外は、実施例 8 と同様にして、素子を作製した。

- 15 これらの素子に 1 0 V の直流電圧を印加して、そのときの電流および輝度を測定した結果を次表に示す。

表 1 5

	電流 (mA/cm ²)	輝度 (cd/m ²)
実施例 8	6.56	140
比較例 81	3.18	99.4

表 1 5 から、比較例 8 1 に比べて、実施例 8 の素子は電流・輝度が共に向上し、非発光性化合物の添加効果、および電流促進材としての効果が確認された。

- 20 また実施例 8 と比較例 8 1 の発光スペクトルはほぼ同じで、I r 錯体 B からの発光のみが観測された。

ここで C B P のバンドギャップは 2. 5 ~ 3. 0 e V で I r 錯体 B の 2 e V より大きい。

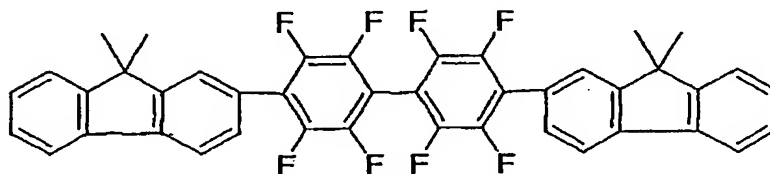
実施例 9

発光層の構成を除いて、先の実施例 3 に記載の素子と同様な素子を形成した。
発光層には、ホスト材料と発光材料および非発光性化合物の混合物を用いた。

本実施例においては、発光材料としてフェニルイソキノリンを配位子とした

5 Ir 錯体 C を、非発光性化合物として化合物 3（次構造式）を用いた。

（化合物 3）



Ir 錯体 C および化合物 3 を等量秤量し、メノウ乳鉢で結晶形を小さくしな
10 がら攪拌、混合して混合物粉体を作成した。この混合物粉体を蒸着用ボートに
投入して別な蒸着ボートにホスト材料として CBP を準備し、共蒸着を行った。
上記の Ir 錯体 C の混合物は重量比 20 % になるようにホスト材料と共蒸着
した。

本実施例の混合物の蒸着時の加熱容器に流れる電流を調べると低下してお
15 り、蒸発温度を大幅に下げることができた。このことは素子作成時の熱的なダ
メージを軽減することができ、安定した素子の作成が可能になった。

本実施例に用いたイリジウム錯体の HOMO 準位および LUMO 準位を調
べると次表の様になっている。

表 16

	Ir 錯体 C	化合物 3
HOMO	-5.13	-5.38
LUMO	-2.47	-1.94
バンドギャップ	2.66	3.44

20 発光材料である Ir 錯体 C のバンドギャップは、非発光性化合物 3 よりも狭
いことがわかる。

实施例 10

発光層の構成を除いて、先の実施例 3 に記載の素子と同様な素子を形成した。
発光層には、ホスト材料と発光材料および非発光性化合物の混合物を用いた。

本実施例においては、発光材料として化合物 C、非発光性化合物としては前記化合物 3 を用いる。

化合物 C および化合物 3 を等量秤量し、メノウ乳鉢で結晶形を小さくしながら攪拌、混合して混合物粉体を作成する。この混合物粉体を蒸着用ボートに投入して、ホスト材料である CBP と共蒸着を行う。上記の化合物 C および化合物 3 の混合物は重量比 7 % になるように、発光層を共蒸着した。

10

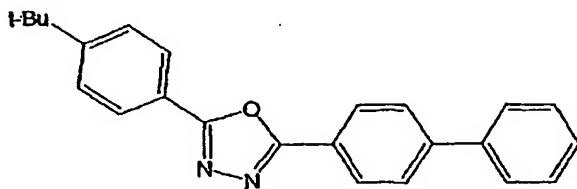
実施例 11 (比較例 7 1)

本実施例では、発光層を除く素子構成として、実施例 1 に記載の条件で、図 1 C に示す有機層が 4 層の素子を使用した。

15 発光層のホストとしてCBPを用い、発光材料としてIr錯体Bを7重量%、
電流促進材料として下記構造式で表されるPBDを3重量%の濃度で発光層
にドーピングして素子を作製した。

PBDをドーブしない以外は、実施例1と同様にして、素子を作製した（比較例71）。

(PBDの構造式)



これらの素子に10 Vの直流電圧を印加して、そのときの電流および輝度を測定した結果を表17に示す。

表 1 7

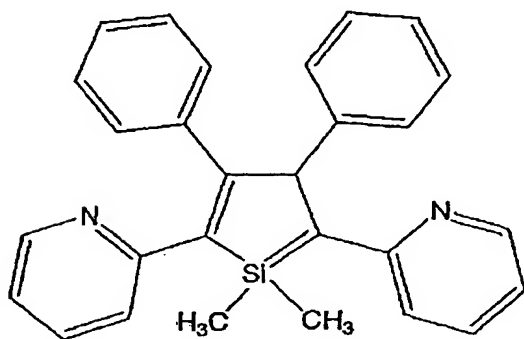
	電流(mA/cm ²)	輝度(cd/m ²)
実施例11	62	450
比較例71	36.3	312

表 1 7 から、比較例 7 1 に比べて、実施例 1 1 の素子は電流・輝度が共に上昇し、電流促進材料の効果が確認された。また、実施例 1 1 と比較例 7 1 の発光スペクトルはほぼ同じで、I r 錯体 B からの発光のみが観測された。

- 5 この場合ホスト材料の C B P はホール輸送性が強く、電子輸送性の材料である P B D などをドーピングすることが、素子電流増大にとって効果的である。

その他本発明に用いられる電流促進材料としては、電子輸送性の材料として、下記構造式を有する P y S P y などを用いることが可能であるが、これらに限定されるものではない。

- 10 (P y S P y の構造式)



実施例 1 2 (比較例 8 1)

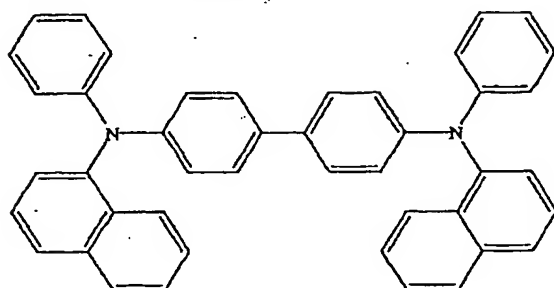
- 15 本実施例では、発光層を除く素子構成として、実施例 1 に記載の条件で、図 1 C に示す有機層が 4 層の素子を使用した。

T A Z を発光層のホストとして用い、発光材料として I r 錯体 B を 7 重量%、電流促進材料として下記構造式で表される N P D を 3 重量%の濃度で発光層にドーピングして素子を作製した。

N P D をドーピングしない以外は、実施例 1 2 と同様にして、素子を作製した。

この構成は比較例 8 1 と同様である。

(NPDの構造式)



- 5 これらの素子に 10 V の直流電圧を印加して、そのときの電流および輝度を測定した結果を表 1 8 に示す。

表 1 8

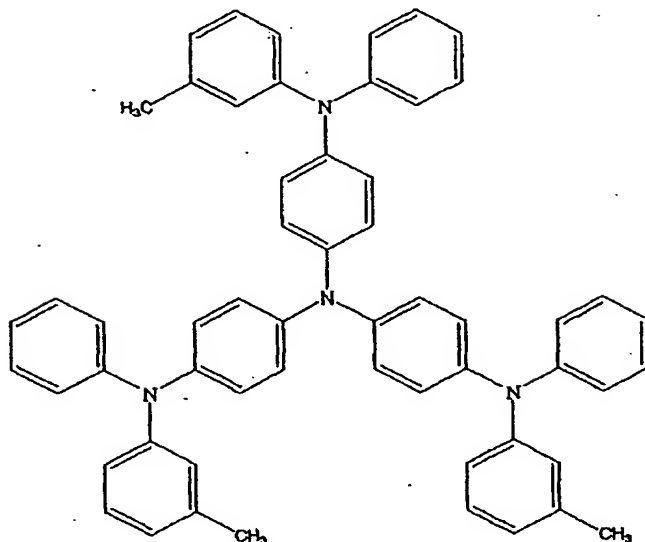
	電流 (mA/cm ²)	輝度 (cd/m ²)
実施例 12	82	180
比較例 81	3.18	99.4

- 比較例 8 1 に比べて、実施例 1 2 の素子は電流・輝度が共に上昇し、電流促進材料の効果が確認された。また、実施例 1 2 と比較例 8 1 の発光スペクトルはほぼ同じで、I r 錯体 B からの発光のみが観測された。

この場合、ホスト材料の T A Z は電子輸送性材料であるために、電流促進材料としてはホール輸送性の NPD などが素子電流を増加させるのに適している。

- 15 その他本発明の電流促進材料としては、ホール輸送性の材料として、下記構造式を有する m-MTDATA などを用いることが可能であるが、これに限るものではない。

(m-MTDATAの化学構造式)



- 5 以上の実施例では、ホスト材料を用いる場合を説明したが、本発明においてはホスト材料を含まない場合においても同様な効果を示す。

これらの結果、発光輝度、発光効率および発光寿命ともに、非発光性化合物を用いない場合に比べてよい結果を示した。

産業上の利用可能性

- 10 以上説明したように、本発明によって、素子に流れる電流量を増加させることができ、また低電圧駆動を可能にし、輝度や発光効率の向上することが可能になった。

- 本発明の高効率な発光素子は、省エネルギーや高輝度が必要な製品に応用が可能である。応用例としては表示装置・照明装置やプリンターの光源、液晶表示装置のバックライトなどが考えられる。表示装置としては、省エネルギーや高視認性・軽量のフラットパネルディスプレイが可能となる。また、プリンターの光源としては、現在広く用いられているレーザビームプリンタのレーザー
- 15

光源部を、本発明の発光素子に置き換えることができる。独立にアドレスできる素子をアレイ上に配置し、感光ドラムに所望の露光を行うことで、画像形成する。本発明の素子を用いることで、装置体積を大幅に減少することができる。照明装置やバックライトに関しては、本発明による省エネルギー効果が期待で

5 きる。

請 求 の 範 囲

1. 基板上に配置された陽極および陰極からなる電極と、前記電極間に有機発光層を有する発光素子であって、前記有機発光層が発光材料とその分散性を改善するためのドーパントを含むことを特徴とする発光素子。
5
2. 前記ドーパントが発光性化合物であり、かつ前記発光性化合物の発光波長スペクトルが発光材料の発光波長スペクトルと主要な部分で重なりを有することを特徴とする請求の範囲第1項記載の発光素子。
10
3. 前記発光材料と前記発光性化合物の発光波長と量子収率との関係が、発光波長の短い方の量子収率が、発光波長の長い方の量子収率より大きいことを特徴とする請求の範囲第2項記載の発光素子。
- 15 4. 前記発光材料と前記発光性化合物の少なくとも一方が、金属錯体および/または有機化合物であることを特徴とする請求の範囲第2項記載の発光素子。
5. 前記金属錯体および/または有機化合物のHOMO準位が異なることを特徴とする請求の範囲第2項記載の発光素子。
20
6. 前記発光材料と前記発光性化合物のうちの少なくとも一種が、他方に対してHOMO準位とLUMO準位が共に低い準位を有する金属錯体および/または有機化合物であることを特徴とする請求の範囲第2項記載の発光素子。
- 25 7. 前記発光材料と前記発光性化合物の発光スペクトルのピーク波長の差が30nm以内であることを特徴とする請求の範囲第2項記載の発光素子。

8. 前記発光材料と前記発光性化合物が、同一の配位子骨格を有し配位子骨格の置換基がそれぞれ異なる複数の金属錯体で構成されたことを特徴とする請求の範囲第4項記載の発光素子。
- 5 9. 前記発光材料と前記発光性化合物の中心金属が同一の金属であることを特徴とする請求の範囲第8項記載の発光素子。
- 10 10. 前記中心金属がイリジウムであることを特徴とする請求の範囲第9項記載の発光素子。
- 11 11. 前記置換基がフッ素原子であることを特徴とする請求の範囲第8項記載の発光素子。
- 15 12. 前記配位子骨格がイソキノリン骨格を有することを特徴とする請求の範囲第8項記載の発光素子。
- 13 13. 前記発光材料と前記発光性化合物の少なくとも1つが燐光発光することを特徴とする請求の範囲第2項記載の発光素子。
- 20 14. 前記発光材料と前記発光性化合物の少なくとも1つが、異なる配位子が同一金属に配位した複数配位子を有する金属錯体であることを特徴とする請求の範囲第4項記載の発光素子。
- 25 15. 前記発光材料と前記発光性化合物を同一の容器内に混合し、真空蒸着により前記有機発光層を形成することを特徴とする請求の範囲第2項記載の発光素子の製造方法。

16. 前記発光材料と前記発光性化合物の少なくとも1つがフッ素原子を含有することを特徴とする請求の範囲第15項記載の発光素子の製造方法。
17. 前記ドーパントが非発光性化合物からなることを特徴とする請求の範囲第1項記載の発光素子。
18. 前記非発光性化合物のバンドギャップが前記発光材料のバンドギャップよりも広いことを特徴とする請求の範囲第17項記載の発光素子。
19. 前記発光材料と非発光性化合物の割合を、有機発光層内の場所により変化させたことを特徴とする請求の範囲第17項記載の発光素子。
20. 前記非発光性化合物がフッ素原子を含有することを特徴とする請求の範囲第17項記載の発光素子。
21. 前記発光材料が燐光発光材料であることを特徴とする請求の範囲第17項記載の発光素子。
22. 発光材料と少なくとも1種類の非発光性化合物を混合し、該混合物を加熱して真空蒸着することにより前記有機発光層を形成することを特徴とする請求の範囲第17項記載の発光素子の製造方法。
23. 前記発光材料と非発光性化合物の少なくとも1つがフッ素原子を含有することを特徴とする請求の範囲第22項記載の発光素子の製造方法。
24. 前記ドーパントが電流促進材料からなることを特徴とする請求の範囲

第1項記載の発光素子。

25. 前記電流促進材料が発光性化合物であり、その量子収率が前記発光材料よりも低いことを特徴とする請求の範囲第24項記載の発光素子。

5

26. 前記電流促進材料と前記発光材料との発光スペクトルのピーク波長の差が30nm以下であることを特徴とする請求の範囲第24項記載の発光素子。

10 27. 前記電流促進材料のバンドギャップが前記発光材料のバンドギャップよりも大きいことを特徴とする請求の範囲第24項記載の発光素子。

28. 前記発光材料の濃度および／または前記電流促進材料の割合を、有機発光層内の場所により変化させたことを特徴とする請求の範囲第24項記載
15 の発光素子。

29. 前記発光材料と前記電流促進材料の少なくとも一方が、燐光発光材料であることを特徴とする請求の範囲第24項記載の発光素子。

20 30. 前記有機発光層が、発光材料と電流促進材料およびホスト材料を含み、前記ホスト材料がホール輸送性材料であり、前記電流促進材料が電子輸送性材料であることを特徴とする請求の範囲第24項記載の発光素子。

31. 前記有機発光層が、発光材料と電流促進材料およびホスト材料を含み、
25 前記ホスト材料が電子輸送性材料であり、前記電流促進材料がホール輸送性材料であることを特徴とする請求の範囲第24項記載の発光素子。

1/2

FIG. 1A

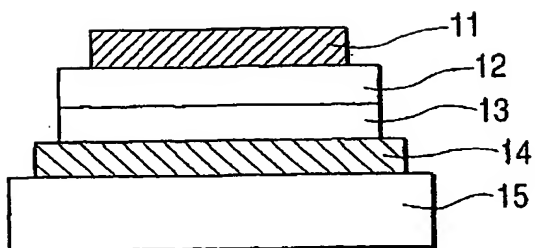


FIG. 1B

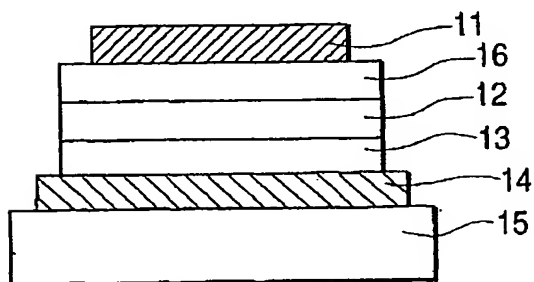
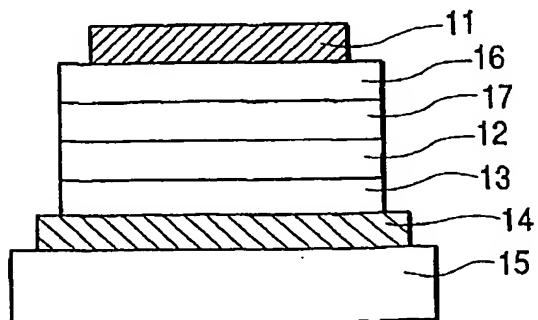


FIG. 1C



2/2

FIG. 2

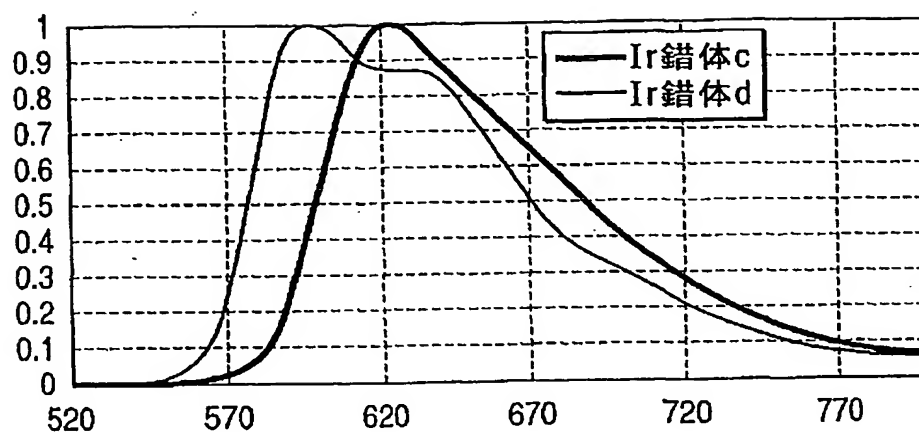
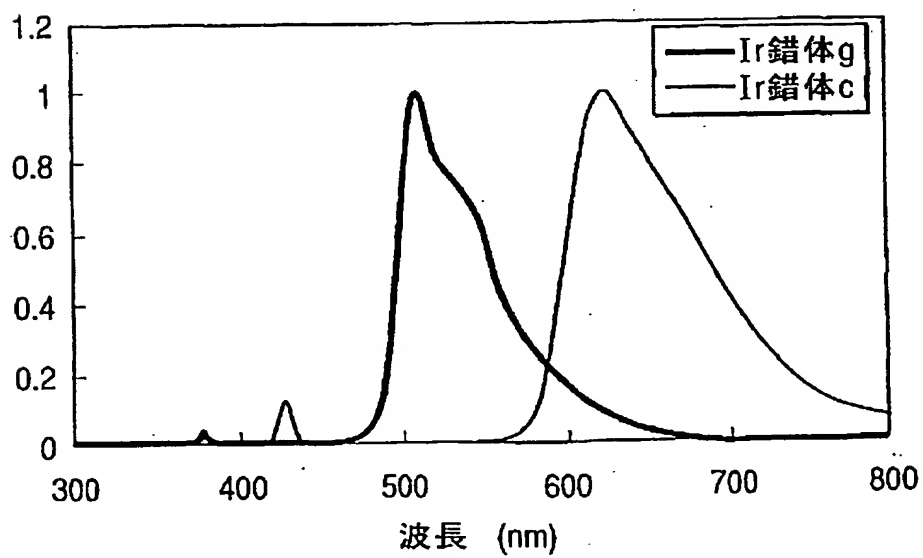


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/05891

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H05B33/14, C09K11/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H05B33/14, C09K11/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
CAPLUS (STN), REGISTRY (STN), ISI Web of Science

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	M.A. Baldo, M.E. Thompson, and S.R. Forrest, "High-efficiency fluorescent organic light-emitting devices using a phosphorescent sensitizer" NATURE, Vol.403, 17 February, 2000 (17.02.00), pages 750 to 753	1 2-31
X A	JP 2000-351966 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 19 December, 2000 (19.12.00), Page 26, column 49, lines 1 to 33 & US 6310231 A	1-2, 4-6, 13, 15 3, 7-12, 14, 16
P, X P, A	JP 2001-319780 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 16 November, 2001 (16.11.01), Full text & US 2001/0053462 A	1 2-31

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search
11 July, 2002 (11.07.02)

Date of mailing of the international search report
30 July, 2002 (30.07.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/05891

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X P, A	JP 2001-247859 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 14 September, 2001 (14.09.01), & JP 2001-345183 A & US 2001/0019782 A	1 2-31
P, X P, A	JP 2001-313178 A (Pioneer Electronic Corp.), 09 November, 2001 (09.11.01), (Family: none)	1 2-31
P, X P, A	JP 2001-313179 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 09 November, 2001 (09.11.01), (Family: none)	1 2-31
P, X P, A	JP 2001-257076 A (TDK Corp.), 21 September, 2001 (21.09.01), (Family: none)	1 2-31
X	JP 11-35532 A (Canon Inc.), 09 February, 1999 (09.02.99), Page 19, compound No.48 to page 20, compound No.51; page 33, column 63, line 24 to column 64, line 24 & EP 879868 B & DE 69804529 E	1, 17-18, 24-25, 27
X	JP 11-288783 A (Mitsui Chemicals, Ltd.), 19 October, 1999 (19.10.99), Claims; page 40, G-24; page 51, column 99, line 47 to page 53, line 13 (Family: none)	1, 17-18, 24-25, 27
P, A	JP 2002-100476 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 05 April, 2002 (05.04.02), & EP 1175128 A & US 2002/0028329 A	1-31
X	M.A. Baldo, et al., "Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence", Appl.Phys.Lett., Vol.75, No.1, 05 July, 1999 (05.07.99), pages 4 to 6	1, 17-18, 24-25, 27
X	T.Tsutsui, et al., "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium- Complex as a Triplet Emissive Center", Jpn.J.Appl.Phys., Part 2, No.12B, Vol.38, 15 December, 1999 (15.12.99), pages L1502 to L1504	1, 17-18, 24-25, 27
A	C.Adachi, et al., "High-efficiency organic electro-phosphorescent devices with tris(2- phenylpyridine)iridium doped into electron- transporting materials", Appl.Phys.Lett., Vol.77, No.6, 07 August, 2000 (07.08.00), pages 904 to 906	1-31
A	C.Adachi, et al., "High-efficiency red electro- phosphorescence devices", Appl.Phys.Lett., Vol.78, No.11, 12 March, 2001 (12.03.01), pages 1622 to 1624	1-31

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H05B 33/14, C09K11/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H05B 33/14, C09K11/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CAplus (STN)

REGISTRY (STN)

ISI Web of Science

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	M. A. Baldo, M. E. Thompson, and S. R. Forrest, "High-efficiency fluorescent organic light-emitting devices using a phosphorescent sensitizer" NATURE, Vol. 403, 17. Feb. 2000, pp. 750-753	1 2-31
X A	JP 2000-351966 A (富士写真フイルム株式会社) 2000. 12. 19, 第26頁49欄 1行-33行 &US 6310231 A	1-2, 4-6, 13, 15 3, 7-12, 14, 16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 07. 02

国際調査報告の発送日

30.07.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今関 雅子

3X

9529

電話番号 03-3581-1101 内線 3371

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, X P, A	JP 2001-319780 A (富士写真フイルム株式会社) 2001. 11. 16, 全文 &US 2001/0053462 A	1 2-31
P, X P, A	JP 2001-247859 A (富士写真フイルム株式会社) 2001. 09. 14 &JP 2001-345183 A &US 2001/0019782 A	1 2-31
P, X P, A	JP 2001-313178 A (パイオニア株式会社) 2001. 11. 09 (ファミリーなし)	1 2-31
P, X P, A	JP 2001-313179 A (三菱化学株式会社) 2001. 11. 09 (ファミリーなし)	1 2-31
P, X P, A	JP 2001-257076 A (テイ・アイ・ケイ株式会社) 2001. 09. 21 (ファミリーなし)	1 2-31
X	JP 11-35532 A (キャノン株式会社) 1999. 02. 09, 第19頁化合物No. 48-第20頁化合物No. 51, 第33頁63欄24行-64欄24行 &EP 879868 B DE 69804529 E	1, 17-18, 24-25, 27
X	JP 11-288783 A (三井化学株式会社) 1999. 10. 19, 特許請求の範囲, 第40頁G-24, 第51頁99欄 47行-第53頁13行 (ファミリーなし)	1, 17-18, 24-25, 27
P, A	JP 2002-100476 A (富士写真フイルム株式会社) 2002. 04. 05 &EP 1175128 A &US 2002/0028329 A	1-31
X	M. A. Baldo, et. al., "Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence", Appl. Phys. Lett., Vol. 75, No. 1, 5 July 1999, pp. 4-6	1, 17-18, 24-25, 27
X	T. Tsutsui, et. al., "High Quantum Efficiency in Organic Light -Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center", Jpn. J. Appl. Phys., Part 2, No. 12B, Vol. 38,	1, 17-18, 24-25, 27

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	C. Adachi, et. al., "High-efficiency organic electro-phosphorescent devices with tris(2-phenylpyridine)iridium doped into electron-transporting materials", Appl. Phys. Lett., Vol. 77, No. 6, 7. Aug. 2000, pp. 904-906	1-31
A	C. Adachi, et. al., "High-efficiency red electro-phosphorescence devices", Appl. Phys. Lett., Vol. 78, No. 11, 12 March 2001, pp. 1622-1624	1-31